

## Csillagok emberi időskálán megfigyelhető ciklikus változásai

- *Modulációt mutató pulzáló változók vizsgálata*

Több mint 100 éve tudjuk, hogy a csillagok fejlődését és rezgésüket leíró elméleti modellek egyik legfontosabb tesztobjektumai, a standard gyertyának is tekinthető RR Lyrae változócsillagok, az elméletek alapján várható stabil fényváltozás helyett sok esetben néhány napos – néhány 100 napos ciklus szerint erősen változó fénygörbéjük. A moduláció tulajdonságai a hosszú távú vizsgálatok alapján nem stabilak, erős változást mutathatnak. A jelenség, az ún., Blazhko-effektus oka a mai napig ismeretlen. Kutatásaink előterében a Blazhko-változók vizsgálata állt. A budapesti svábhegyi 60 cm-es távcsővel méréssorozatot indítottunk a modulációt mutató RR Lyrae csillagok gyakoriságának meghatározására, illetve a modulált, ciklikus változások részletes fotometriai vizsgálatára.

Méréseink alapján kimutattuk, hogy az RR Geminorum az akkor ismert legrövidebb periódussal (7,2 nap) és legkisebb amplitúdóval (0,05 mag) rendkívül szabályos modulációt mutat, ami a fénygörbe felszállóága körüli, alig több mint 0,2 fázisára koncentrálódik. Az intenzitásátlagolt színváltozás alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a kis amplitúdójú állapotban az RR Gem átlagosan 30–40 K-nel hidegebb mint a nagy amplitúdójú fázisban. Ez volt az első ilyen részletes analízisre alkalmas kiterjedt fotometria Blazhko-változóról, ami segíthet a jelenség máig hiányzó magyarázatának megtalálásában. Magyarázatot igényel azon eredményünk, miszerint míg a radiális pulzáció harmonikusainak amplitúdója exponenciálisan csökken, a moduláció harmonikusai közel lineárisan csökkennek. A fénygörbe a felszállóágon nem illeszthető tökéletesen, ami irregularitások fellépésére utal (ebben a fázistartományban lépnek fel az atmoszférában a lökéshullámok).

(Jurcsik, Sódor, Váradi et al. 2005)

Az SS Cancri estében 5,3 napos, kis amplitúdójú modulációt mutattunk ki, ami a máig ismert legrövidebb modulációs periódusnak felel meg. Elvégeztük az RR Gem és SS Cnc modulációs tulajdonságainak részletes elemzését, összehasonlítását. Mérési eredményeink arra mutatnak, hogy a moduláció frekvenciájának hullámhosszfüggő viselkedése eltér a pulzációs frekvenciák és a modulációs mellékfrekvenciák hasonló tulajdonságaitól. Mivel a modulációs mellékfrekvenciák a pulzációs frekvenciákhoz hasonló színtüggést mutatnak, arra a következtetésre jutottunk, hogy a moduláció valódi frekvenciája a rövid frekvenciájú komponens, melynek periódusa a modulációs ciklus periódusa. Ez az eredmény ellentmond a jelenség azon magyarázatának, mely szerint a modulációt a radiális pulzáció frekvenciájához közeli frekvenciájú nemradiális módus gerjesztődése okozza, azaz a pulzációs frekvencia közelében lévő komponens azonosítható valódi független frekvenciával.

(Jurcsik, Szeidl, Sódor et al. 2006)

A kis amplitúdójú modulációk felfedezése (RR Gem, SS Cnc) erősen megkérdőjelezi eddigi ismereteinket a modulációs viselkedés statisztikáját illetően. Tizedmagnitúdónyi, illetve annál kisebb modulációs amplitúdót a korábbi kiterjedt vizsgálatok nem tudtak kimutatni, így ezek a statisztikai eredmények erősen torzítottak lehetnek. Eredményeink alapján minden a moduláció gyakoriságára vonatkozó korábbi becslés csak a valódi gyakoriság alsó határának tekinthető. A modulációs viselkedés vártnál nagyobb gyakorisága még fontosabbá teszi a jelenség magyarázatát célzó kutatásokat.

Az eddig a 60 cm-es távcsővel részletesen megfigyelt 12 RRab változócsillag közül 6 mutat modulációt, 3 nagy és 3 kis amplitúdóval. Ez alapján a moduláció gyakoriságát legalább 50%-ra becsüljük, szemben a korábbi 20–30%-os értékkel. Két csillag esetében két különböző periódus szerint is modulációt mutat a fényváltozás, ami indokolhatja, hogy miért tapasztaljuk sok esetben, hogy a moduláció nem szabályosan ismétlődő, hanem ciklikus változást mutat. A multiperiodikus moduláció jelensége komoly megszorítást jelent a Blazhko-modellekre.

(Sódor, 2007)

Mivel az RR Lyrae csillagok pulzációját mind elméleti oldalról, mind megfigyelések alapján jól ismerjük, ha kapcsolatot találunk a pulzáció és a Blazhko-ciklus tulajdonságai között, az a moduláció megértésében komoly előrelépést jelent. Mostanáig azonban minden erre irányuló próbálkozás rendre kudarcot vallott. A rendelkezésre álló irodalmi adatok, saját méréseink és az intézet publikálatlan archív anyagainak áttekintésével két összefüggést is sikerült a Blazhko RR Lyrae csillagok pulzációjának periódusa és a moduláció tulajdonságai között kimutatnunk. Eredményeink szerint mind a moduláció lehetséges legrövidebb periódusa, mind annak lehetséges legnagyobb amplitúdója a pulzáció periódusától függ.

A moduláció lehetséges legrövidebb periódusa a gyorsabban rezgő, forróbb, kisebb méretű változók felé egyre csökken. Ez az eredmény az elsőmegfigyelési bizonyítéka annak, hogy a moduláció periódusa a csillag forgási periódusának megfelelő.

(Jurcsik, Szeidl, Nagy, Sódor 2005)

Kutatócsoportunknak azt is sikerült kimutatnia, hogy a moduláció lehetséges legnagyobb amplitúdója pedig a rövidebb pulzációs periódusok felé nő. Mivel ezen csillagok pulzációjának amplitúdója is egyre nagyobb lehet, a kétféle amplitúdó párhuzamos változása a jelenségek gerjesztési mechanizmusai közötti kapcsolatra utal.

(Jurcsik, Sódor, Váradi 2005)

Revízió alá vettük a modulációt mutató RR Lyrae csillagok listáját. Új adatok, valamint a korábbi mérések újraértékelésével 9 esetben kimutattuk, hogy a modulációról eddig vélt ismeretek tévesek.

(Sódor, Jurcsik 2005)

Az ASAS adatbázis mérései alapján 43 RRab csillag Blazhko-periódusát adtuk meg, illetve módosítottuk annak értékét.

(Wils, Sódor 2005)

A modulációt nem mutató RR Lyrae csillagokról ezred magnitúdó pontosságú  $BVR_cI_c$  fénygörbéket publikáltunk, melyeket később, fénygörbe-fizikai paraméter kalibrációra használhatunk.

(Jurcsik, Sódor, Váradi et al. 2006)

Elvégeztük az RR Geminorum Blazhko-modulált RRab csillagról az elmúlt 70 év során az Intézetünkben összegyűlt fotografikus, fotoelektromos és CCD-fotometriai megfigyelési anyag együttes feldolgozását. Kimutattuk, hogy ez a csillag mindvégig modulált volt, a ma is mérhető 7,2 napos periódussal. Ugyanakkor a moduláció erőssége és jellege is jelentősen változott ez idő alatt. Legutóbb, 2004–05-ben tisztán amplitúdó-modulációt figyeltünk meg, míg 1935–36 közt igen erős fázismoduláció is jelen volt. Az amplitúdómoduláció 0,04 mag és 0,2 mag között változott. Tiszta amplitúdó- illetve amplitúdó- és fázismoduláció közötti átmenetet korábban egy Blazhko-csillagnál sem figyeltünk meg. Felhívtuk a figyelmet, hogy a modulációs tulajdonságokban bekövetkező változások, amelyek az RR Gem hosszú távú periódusváltozását kísérik, hasonlóan az XY Cygni esetében tapasztaltakhoz.

Az RV UMa Blazhko-modulált RR Lyrae csillagról publikációkban megjelent fotometriai adatok segítségével bemutattuk annak közel 100 év alatt mutatott pulzációs és modulációs periódusváltozásait. Ehhez az összegyűjtött erősen inhomogén észlelési anyagot lineáris transzformációval homogenizáltuk. A klasszikus O–C módszer használatával megerősítettük Balázs Júlia és Detre László (1957) eredményét, miszerint a két periódus változása antikorrelál egymással. Az RV UMa a negyedik Blazhko-változó, ahol ismerjük a pulzációs és modulációs periódusok változásainak kapcsolatát.

Ezek a vizsgálataink a Blazhko-változók hosszú távú ciklikus viselkedésének általános tulajdonságainak feltárását célozzák.

(Sódor, Szeidl, Jurcsik, 2007, Hurta 2007)

A V823 Cas 3-módusú pulzáló változó 2003-as őszi méréseinek értelmezése során nem kaptunk a csillag fizikai paramétereire a pulzációs és fejlődési modellekre egyszerre teljesülő megoldást. Ebből, és a csillag módusainak periódus- és amplitúdóváltozásából arra a következtetésre jutottunk, hogy a V823 Cas valószínűleg egy rendkívül gyors átmeneti állapotban van, amikor a pillanatnyi mért periódusarányai nem tükrözik a csillag valódi statikus állapotának paramétereit.

(Jurcsik, Szeidl, Váradi et al. 2006)

Két szezomban végeztünk méréseket a BS Com kétmódusú RR Lyrae csillagról. Ez az ilyen típusú változócsillagokról jelenleg rendelkezésre álló legrészletesebb fotometriai idősor, melynek kezdeti eredményeit közzétettük.

(Dékány 2007)

Áttekintést adtunk pulzáló változók duplicitásának kimutathatóságáról a klasszikus O–C módszerrel. Ennek jelentőségét az adja, hogy a ciklikus periódusváltozások valódi természetét feltárhassuk. Összefoglaltuk a különböző szerzők által az RR Lyrae, delta Cephei, béta Cephei valamint a nagy-amplitúdójú delta Scuti (HADS, SX Phe) csillagokra elért eredményeket. Saját eredmények alapján kritikai megjegyzéseket fűztünk az RR Lyrae csillagok O–C diagrammjainak értelmezéséhez. Saját megfigyelések alapján diszkutáltuk a GP And és AD CMi kettőscsillag modelljeit, amely az utóbbi esetében jelentősen eltér a korábban publikálttól. Korábbi szerzők a GP And rövid periódusú pulzáló változónál kétmódusú pulzációt véltek felfedezni, továbbá irregularitásokat találtak a fényváltozásban. Fotoelektromos és CCD-méréseink szerint a csillag szabályosan pulzáló HADS és lassú periódusnövekedést mutat. A csillag igen közeli kíséreléssel rendelkezik, ennek hatásaként előidézett fotometriai defektusok magyarázzák

a hibás interpretációt.  
(Szeidl 2004, Szeidl, Schnell, Pócs 2006)

- *Gömbhalmaz-változók vizsgálata*

Az M3 gömbhalmaz 229 változójáról  $BVI_c$  többszín fotometriai idősort publikáltunk. A halmaz 66 modulációt mutató változóját azonosítottuk, amelyek közül kettő első felhangbeli változó. 13 változónál adtunk becslést a Blazhko-ciklus értékére.

Az M3 RR Lyrae változói pontos fotometriája alapján sikerült szeparálnunk a horizontális ági csillagfejlődés különböző szakaszaiban lévő csillagokat. Eredményeink alapján a változók fejlődésük szerinti megfigyelt eloszlása rendkívül jó egyezést mutat a horizontális ági modellek predikcióival.

Eredményünk arra is rávilágított, hogy az ú.n. Oosterhoff-dichotómia (a gömbhalmazokat az alapmódusú, illetve felharmonikus rezgésű változók aránya és ezek átlagperiódusa alapján OoI és OoII típusba sorolják) a halmazok változóinak különböző fejlődési állapotával értelmezhető.

A különböző fejlődési állapotban lévő (különböző luminozitású) változók fénygörbéje több esetben mérési pontosságon belül megegyezik, ami egy kb 0,05 magnitúdó elvi korlátot szab a csillagok fényességének fénygörbéjük Fourier-paramétereiből történő meghatározására.

(Jurcsik, Benkő, Bakos et al. 2003, Benkő, Bakos, Nuspl 2006)

- *A csillagaktivitás jelenségei: differenciális rotáció, ciklusok*

A csillagok mágneses aktivitásának több jelensége ismert és mérhető. Ezek sorában kiemelt jelentőségű a differenciális rotáció, amely a ciklikus mágneses dinamó működésének is alapja. Az asztrofizika egy máig megoldatlan problémája a napdinamó működése. Ennek megértéséhez járulhat hozzá az, ha több, különböző tömegű és korú csillagon vizsgáljuk a differenciális rotációt és az aktivitási ciklusokat. Ezeken keresztül általánosabb törvényszerűségekre bukkanhatunk a csillagok mágneses aktivitásának mechanizmusában.

Az UZ Lib gyorsan forgó aktív óriáscsillagról (kettős rendszer főkomponense, a rotációs és pályaperiódus 4,76 nap) készült kilenc év hosszú fotometriai adatsort analizáltuk Fourier-technikával. Eredményül azt kaptuk, hogy a rotációs periódus három egyedi periódusból tevődik össze. A csillagon a foltok elhelyezkedése a kilenc év alatt igen stabil volt, ez Doppler-képekből látható. Azonosítani tudtuk a különböző periódusokat a csillag különböző szélességein elhelyezkedő foltokkal, így módon meghatároztuk a csillag differenciális rotációjának mértékét és irányát is. A főperiódus az egyenlítői vidék foltjaitól származik és megegyezik a kettős rendszer pályaperiódusával, azaz a csillag egyenlítői része van kötve a pályamozgáshoz. A magasabb szélességek ennél gyorsabban rotálnak: egy nem-szoláris differenciális rotációt kaptunk tehát, melynek  $\alpha(= \Delta\Omega/\Omega)$  paramétere  $-0.0026$ , azaz a Napénak kb. 80-ad része.

(Oláh, Jurcsik, Strassmeier, 2003)

Differenciális rotáció kimutatása és foltfejlődés az LQ Hya egyedülálló törpecsillag (rotációs periódus 1.6 nap) felszínén: A foltok fejlődését idősorba rendezett Doppler-képek segítségével folyamatában vizsgáltuk. A differenciális rotáció kimutatását oly

módon kíséreltük meg, hogy egymás utáni Doppler-képek keresztkorrelációját alkalmas módon összegeztük, miáltal az egyébként gyenge differenciális rotációs mintázat felerősödött.

A csillagok felszínén működő differenciális rotáció kimutatásának különböző – általunk kidolgozott módszereit – teszteltük. Az IL Hya óriás- és az LQ Hya törpecsillag felszínén Doppler-leképezés segítségével két különböző módszerrel mutattuk ki a differenciális rotációt.

(Kővári, Strassmeier, Ganzer et al, 2004, Kővári, Weber, Strassmeier, 2005)

Kifejlesztettünk egy felhasználóbarát számítógépes programot egy- és többszín-fotometriai adatok feldolgozására. A foltparamétereket függvényekkel határozzuk meg, az adatokhoz való illesztést a Levenberg–Marquardt nem-lineáris minimalizáló algoritmussal megoldva. A program képes adatokat idősorban modellezni úgy is, hogy megengedi a szezonális adathiányokat. Többszín-fotometriai adatokból folthőmérséklet is meghatározható a segítségével. Ennek segítségével analizáltuk az IM Peg 23 éves fotometriai adatsorát együtt, és 33 különálló fénygörbére bontva is. Sikertült a csillag folttalan fényességének meghatározása BV(RI)<sub>c</sub> színekben, a V színre kapott érték megegyezett a spektroszkópiából mások által, függetlenül kapott értékkel. A csillagon két aktív hosszúságot találtunk, a kettős pályájának koordináta-rendszerében nézve a másik csillag irányában és azzal ellenkező irányban. A domináns folt sugara 29,8 éves ciklikus változást mutat, ami megegyezik a V színben az adatokból kapott ciklus-hosszal. Ugyanezen folt hosszúsága 10,4 éves ciklust mutat, ezt szintén megtaláltuk a fotometriai adatsorban, továbbá megegyezik azzal az időtartammal, ami mások szerint egy aktív hosszúság dominanciájának a hossza. Többszín-fotometriából nyomon követtük a folthőmérséklet változását 1992–2001 között, és megállapítottuk, hogy az követi a fényváltozást. Az 1999–2001 között talált folthőmérséklet-növekedés valószínűleg a felbomló aktív vidék megnövekedett plage/folt arányát tükrözi. Meghatároztuk az átlagos folthőmérsékletet is:  $3550 \pm 150$  K (a fotoszféra hőmérséklete 4450 K).

(Ribárik, Oláh, Strassmeier 2003)

A Zeta And óriáscsillag egy kettősrendszer tagja, foltos+elliptikus változócsillag. A rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján, valamint saját spektroszkópiai eredményeinkből (Doppler-mérések) meghatároztuk fizikai és pályaparamétereit. Ennek ismeretében a fotometriai adatok korrigálhatók lettek a lapultság okozta fényváltozásra. A maradék fényváltozás modellezését elvégezve megállapítottuk, hogy az aktivitás a csillag másik komponense irányában és azzal ellentétes oldalon található, ez az aktív óriáscsillagokon gyakran előforduló jelenség.

(Kővári, Oláh, Bartus et al, 2006, Kővári, Bartus, Strassmeier, 2007)

Tizenkét, különböző spektráltípusú szoros kettőscsillag aktív komponensén (vagy komponensein) vizsgáltuk az aktív hosszúságok helyzetét a mellékkomponenshez (és/vagy egymáshoz) viszonyítva. Megállapítottuk, hogy ha a kettős mindkét komponense főszorozati, az aktivitás a quadratura pozíciókra koncentrálódik. A három vizsgált szubóriás kettős mindkét komponense aktivitást mutat, főként a szubsztelláris pontok körül, de egyéb hosszúságokon is. Végül az óriáscsillagok mindegyikén, melyeknek másodkomponense ismeretlen, az aktivitás a szubsztelláris pontban és az azzal ellentétes oldalon jelenik meg. Az aktív hosszúságok pozícióját az árapályerők és a mágneses tér együt-

tesen határozzák meg, melyek különbözőképp hatnak a különböző fejlődési állapotú kettőssőkön.

A kettősség a csillagok aktivitására komoly hatással van. Segít fenntartani a gyors rotációt, ami az aktivitás erősségének egyik legfontosabb okozója. Az árapályerők az aktivitási jelenségek megjelenésének a helyét befolyásolják. Mindezeket számos megfigyelési tény támasztja alá. A megfigyeléseket magyarázó elméleti modellek azonban még elég kezdeti állapotban vannak. Egy IAU-szimpóziumon tartott meghívott előadásban foglaltuk össze mind a megfigyelési, mind pedig az elméleti eredményeket a kettősség hatásáról a csillagaktivitásban.

(Oláh 2006b, Oláh, 2006c)

Az FK Com valószínűleg egyedüli, igen gyorsan forgó óriáscsillag (forgási periódus 2,4 nap) idősoros foltmodellezését végeztük el fotometriai adatokra, amelyek 1987–2004 között készültek, hogy nyomon kövessük a foltok hosszúságának időbeli változását. Megállapítottuk, hogy a fényváltozást okozó két folt a csillag két féltekéjén felváltva, de együtt található, emiatt a fényváltozás minimuma hol 0, hol 0,5 fázisnál van. A csillagon még egy foltot feltételeztünk a póluson, mely nem okoz rotációs modulációt. Az idősoros modellek segítségével nyomon követtünk egy ún. flip-flop jelenséget 1999-ben. A fényváltozást okozó két folt, amelyek egymáshoz közel 180 fokra voltak, gyakorlatilag eltűntek, majd új foltok jelentek meg: az egyik az előbbi helyén, a másik pedig mintegy 90 fok hosszúsággal elcsúsztatva, ily módon az aktivitás súlypontja átbillent a csillag másik féltekéjére. Hasonló jelenség a fázisugrás, egy ilyet 1997-ben figyeltünk meg. Ekkor a két folt egyre közelebb került egymáshoz, majd vagy összeolvadtak, vagy az egyik eltűnt. Mintegy 100 fok hosszúsággal odébb egy új folt jelent meg, de az aktivitás súlypontja nem váltott féltekét. Ezek a vizsgálatok igen fontosak, a csillagok mágneses aktivitásának elméleti megfogalmazásához nyújtanak megfigyelési alapokat. (Oláh, Korhonen, Kővári 2006)

2005-től rendszeresen fotometriai méréseket készítettünk az EY Dra ultrarövid periódusú (forgási periódus kisebb, mint fél nap!) egyedüli aktív törpecsillagról. A csillag fénygörbéje számottevő változást mutat, amely a csillagfelszín fejlődésére utal – ez a fejlődés a foltmodellezés során is szépen követhető. A csillag maximális fényességének változása egy 300 napos, a Nap 11 éves ciklusához hasonló aktivitási ciklus jelenlétére utal. E ciklus meglétének igazolásával az EY Dra lenne a legrövidebb, ismert aktivitási ciklussal rendelkező csillag a rotációs periódus–aktivitási ciklus diagramon.

(Vida, 2007)

A Nap fotoszféráján mutatkozó aktivitási ciklusok, mint a 11 éves Schwabe- és a 80 éves Gleissberg-ciklus, melyek a napfoltok által követhetők, az időben folytonos változást mutatnak. A Gleissberg-ciklus például folytonosan növekszik az utolsó 300 évben. Fourier-analízissel aktivitási ciklusok mutathatók ki több csillagon is.

Az eredményül kapott ciklushosszak inkább kváziperiódusnak nevezhetők, némely ciklushossz pedig a szignifikancia határán van. Elgondolásunk az volt, hogy ezen csillagciklusok is mutathatnak időbeli változást, ahogy a napciklusok, és ez lehet az oka a bizonytalan eredményeknek. A ciklusok időbeli változásának kimutatásához azonban hosszú, folytonos adatsorok szükségesek (melyek a Nap esetén rendelkezésre állnak). Néhány aktív csillagról sikerült hosszabb adatsort összeállítani, felhasználva az összes

irodalmi adatot, az automata távcsövek méréseit és az archívumokban található fotografikus lemezekről származtatható adatokat. Ily módon gyűlt össze kb. 100 éves adatsor a V833 Tau törpe-, és kb. 50 éves adatsor a HK Lac óriáscsillagról. Az idő-frekvencia analízis kimutatta, hogy az előzőleg (egyszerű Fourier-analízissel) megtalált ciklushosszak valósak, de változnak az időben. Az eredmény szükségessé teszi a ciklushossz fogalmának újraértelmezését, és megfigyelési megszorításokat ad a dinamóméleti számításokhoz.

(Oláh, 2006d)

- *Egyéb munkák*

Áttekintettük az intézeti változócsillag-kutatás eredményeit. Elsősorban az RR Lyrae csillagok vizsgálatának összefoglalása jó alapot jelent további kutatásainkhoz.

(Szeidl, 2006)

A csillagaktivitási kutatások kezdete szorosan kapcsolódik az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézethez, több szálon is. Egy előadásban ezt foglaltuk össze, rámutatva az utóbbi évtizedekben a témában elért fejlődésre is.

(Oláh, 2006a)

A budapesti 60 cm-es távcső eredményeit is felhasználtuk egy konferencián, meghívott előadásban, amely a változócsillagok esetében a nem kalibrált fotometriai adatokról szólt.

(Oláh, Sterken 2006))

- *Oktatási tevékenység*

A svábhegyi 60 cm-es távcsőnél a megfigyeléseket egyetemi és PhD-hallgatók végzik, számukra lehetőséget biztosítunk az érdemi kutatómunkába való bekapcsolódásra is.

2004–2006-ban 5 sikeres szakdolgozati témát vezettünk:

- Sódor Á.: Az RR Geminorum Blazhko-típusú változócsillag hosszú távú megfigyelése (2005, témav. Jurcsik Johanna)
- Dékány I.: Blazhko-csillagok többszín-fotometriai vizsgálata (2006, témav. Jurcsik Johanna)
- Váradi M.: Modulált rövidperiódusú pulzáló változócsillagok fotometriai vizsgálata (2006, témav. Jurcsik Johanna)
- Hurta Zs.: Az RV Ursae Majoris Blazhko-típusú változócsillag hosszú távú változása (2006, témav. Jurcsik Johanna)
- Vida K.: Csillagfoltok által okozott rövid időskálájú változások (2006, témav. Oláh Katalin)

Jelenleg Sódor Ádám (témav. Jurcsik Johanna), Hurta Zsombor (témav. Szeidl Béla) és Vida Krisztián (témav. Oláh Katalin) PhD-témáját irányítjuk.

Csorvási Róbert ‘Egy aktív törpecsillag vizsgálata’ címmel készíti szakdolgozatát a Szegedi Tudományegyetemen (témav. Oláh katalin).

- *Nemzetközi kapcsolatok, nemzetközi viszhang*

A 60 cm-es távcsővel végzett munkánkat nemzetközi érdeklődés kíséri, méréseinkhez kiegészítő fotometriai (Horace Smith, Michigan State Univ), kalibrációs (Arne Henden, AAVSO), spektroszkópiai (Heidi Korhonen, Astrophysikalisches Institut Potsdam) méréseket kapunk.

A Blazhko-változóról publikált munkáinkban bemutatott ábrák a jelenség tanulmányozásának fontos eszközeivé váltak, az azóta megjelent, Blazhko-változókat vizsgáló publikációk alkalmazásukat átvették (Lásd pl. Kolenberg et al. 2006, A&A 459, 577, Chadid & Chapellier 2006, A&A 456, 305).

R. Stothers 2006-ban (ApJ, 652, 643) új elképzelést publikált a Blazhko-modulációról, a jelenséget a csillagokban működő turbulens konvektív dinamóval magyarázza. A modell hasonló összefüggést vár a pulzáció és moduláció frekvenciája között, mint amit a Jurcsik, Szeidl, Nagy, Sódor (2005) cikkben publikáltunk, és amilyen összefüggést a korábbi vizsgálatok nem tudtak kimutatni.

A csillagaktivitási munkákban szoros kapcsolatot ápolunk a potsdami Asztrofizikai Intézettel. Ezt a publikációs jegyzékben számos közös cikk mutatja. A pályázat ideje alatt és annak segítségével több látogatást tettünk a potsdami intézetben a közös munka érdekében.

A pályázat segítségével több szakmai konferencián is részt vettünk és számos előadásban ismertettük eredményeinket.

Az OTKA-támogatás feltüntetésével publikált összesen 29 folyóiratcikkre és 17 konferenciakiadványra már eddig 40 független idézetet kaptunk.

Budapest, 2007. február 26

Jurcsik Johanna  
témavezető